

# **Procedure for stabilizing car to avoid tipping over, especially for about axis oriented in car's longitudinal direction**

**Patent number:** DE19802041

**Publication date:** 1999-07-22

**Inventor:** HECKER FALK (DE); JUNDT OLIVER (DE); LEIMBACH KLAUS-DIETER DR (DE); SCHRAMM HERBERT DR (DE)

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)

**Classification:**

- international: B62D37/00; B60K28/16; B60T7/12

- european: B60T8/00B10H

**Application number:** DE19981002041 19980121

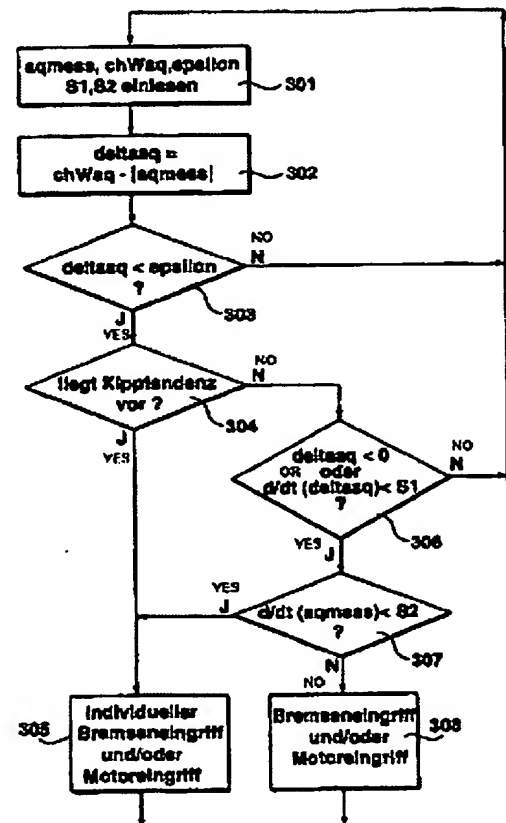
**Priority number(s):** DE19981002041 19980121

**Also published as:**

WO9937516 (A)  
EP1047585 (A1)  
US6349247 (B1)  
EP1047585 (B1)

## **Abstract of DE19802041**

A procedure for stabilizing a car in the sense of avoiding tipping over, especially for tipping over about an axis oriented in the car's longitudinal direction, has a tip parameter determined which describes whether a tipping tendency exists for the car, especially a tendency to tip over about a longitudinal axis. The tip parameter is determined at least according to one parameter describing the wheel behavior of at least one wheel. According to the tip parameter, a strategy for stabilizing the car is selected from at least two different strategies. In each of the strategies for stabilizing the car, at least one type of action to stabilize the car is executed.



301 ... READ sqmess, chWsq, epsilon 81, 82  
304 ... TENDENCY TO ROLL OVER PRESENT?  
305 ... INDIVIDUAL BRAKE ENGAGEMENT AND/OR MOTOR ENGAGEMENT  
308 ... BRAKE ENGAGEMENT AND/OR MOTOR ENGAGEMENT

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Patte: Ottesen  
Patent Attorney  
P.O. Box 4026  
Saithersburg, MD 20885-4026

Telephone: 301-869-8950

Telefax: 301-869-8929

Attorney Docket No. 203-034

Application Serial No. 10/829,323



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 02 041 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 62 D 37/00**  
B 60 K 28/16  
B 60 T 7/12

②1 Aktenzeichen: 198 02 041.4  
②2 Anmeldetag: 21. 1. 98  
④3 Offenlegungstag: 22. 7. 99

DE 198 02 041 A 1

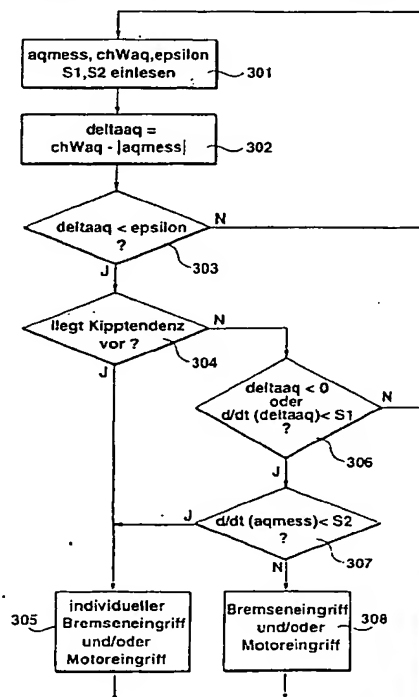
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Schramm, Herbert, Dr., 71229 Leonberg, DE;  
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 71696 Möglingen, DE;  
Hecker, Falk, 71706 Markgröningen, DE; Jundt,  
Oliver, 74354 Besigheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipppvermeidung

⑤7 Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipppvermeidung. Hierzu wird in Abhängigkeit einer Größe, die beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, und die wenigstens in Abhängigkeit einer das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibenden Größe ermittelt wird, oder in Abhängigkeit eines Vergleiches, der in Abhängigkeit einer die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und eines charakteristischen Wertes, der wiederum in Abhängigkeit einer Größe ermittelt wird, die die momentanen Reibverhältnisse beschreibt, durchgeführt wird, eine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens zwei unterschiedlichen Strategien ausgewählt.



DE 198 02 041 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipprückvermeidung. Solche Verfahren und Vorrichtungen sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt.

Aus der DE 32 22 149 C2 ist eine Vorrichtung für die Vermeidung des Seitwärtskippens eines Fahrzeuges bekannt. Bei diesem Fahrzeug handelt es sich um einen Portalhubwagen. Die Vorrichtung enthält eine Einrichtung zur Berechnung der statischen Stabilität des Fahrzeuges als kritischen Bezugswert aus dem Quotienten von Fahrzeugschwerpunkt und der zweifachen Höhe des Gesamtschwerpunktes. Ferner enthält die Vorrichtung eine Einrichtung zur Berechnung der dynamischen Instabilität aus dem Quotienten von Fahrzeuggeschwindigkeit im Quadrat und dem Produkt des aus dem jeweiligen Steuerwinkel berechneten Kurvenradius mit der Erdbeschleunigung. Wird der Bezugswert durch die dynamische Instabilität überschritten, so wird die Geschwindigkeit des Fahrzeuges reduziert. Dies geschieht zum einen durch Ansteuerung der Fahrzeugbremsen und zum anderen durch entsprechende Ansteuerung der Motorkupplung.

Aus der DE 44 16 991 A1 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zum Warnen des Fahrers eines Lastkraftwagens vor Kippgefahr bei Kurvenfahrten bekannt. Hierzu wird vor dem Einfahren des Fahrzeuges in eine Kurve der Fahrzeugtyp und die für die Kippgefahr relevanten Zustandsdaten erfasst und in Abhängigkeit vom Fahrzeugschwerpunkt und Kurvenradius das Kippisiko bzw. die für letzteres maßgebliche Grenzgeschwindigkeit ermittelt. Es wird ein zur Geschwindigkeitsreduzierung auf forderndes Signal ausgelöst, wenn die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeuges ein Kippisiko begründet oder ein vorbestimmter Sicherheitsabstand zur Kippgefahr unterschritten wird. Die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges, bei der mit Sicherheit keine Kippgefahr besteht, wird ausgehend von einer Kippgleichung ermittelt. In die Kippgleichung gehen u. a. die Fahrzeuggeschwindigkeit, der vom Fahrzeug durchfahrene Kurvenradius, die Höhe des Schwerpunktes des Fahrzeuges über der Fahrbahn, sowie das Ungleichgewicht der Radlasten ein. Die Radlasten werden mit Hilfe von in die Fahrbahn eingelassenen Radlastsensoren ermittelt. Unterschreitet die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges einen vorbestimmten Sicherheitsabstand zu der an der Grenze der Kippgefahr liegenden Fahrgeschwindigkeit, so wird ein Signal erzeugt, mit dem der Fahrer des Fahrzeuges vor überhöhter Geschwindigkeit beim Befahren der Kurve gewarnt wird. Das die überhöhte Fahrgeschwindigkeit anzeigende Signal wird solange ausgelöst, bis die jeweils gemessene Fahrgeschwindigkeit auf ein jegliches Kippisiko ausschließendes Maß reduziert ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bestehende Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipprückvermeidung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 bzw. 7 bzw. 15 bzw. 16 gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform gegenüber dem Stand der Technik ist der, daß bei der Ermittlung einer Größe, die beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kippneigung, insbesondere eine Kippneigung um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeug-

achse, vorliegt, eine das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibende Größe berücksichtigt wird. Aus diesem Grund kann schneller auf eine Kippneigung reagiert werden, da sich das Kippen eines Fahrzeuges als erstes im Radverhalten bemerkbar macht.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform gegenüber dem Stand der Technik ist der, daß bei der Ermittlung des charakteristischen Wertes für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe die momentanen Reibverhältnisse berücksichtigt werden. Dadurch werden die Straßenverhältnisse, die das Umkippverhalten eines Fahrzeuges beeinflussen, berücksichtigt und somit das Verfahren genauer.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß es bzw. sie sich für Nutzfahrzeuge, insbesondere Sattelzüge, Gliederzüge, Busse, sowie für Personenkraftwagen mit hohem Schwerpunkt, wie beispielsweise Transporter, Vans oder Geländewagen eignet, d. h., daß es bzw. sie für verschiedene Fahrzeuge verwendbar ist.

Weitere Vorteile sowie vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen, der Zeichnung sowie der Beschreibung der Ausführungsbeispiele entnommen werden.

## Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Fig. 1 bis 4. Die Fig. 1a und 1b zeigen verschiedene Straßenfahrzeuge, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt wird. Fig. 2 zeigt in einer Übersichtsansicht die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils mit Hilfe eines Ablaufdiagrammes zwei verschiedene Ausführungsformen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei ist die Darstellung auf die wesentlichen Schritte beschränkt.

Es sei darauf hingewiesen, daß Blöcke mit derselben Bezeichnung in unterschiedlichen Figuren die selbe Funktion haben.

## Ausführungsbeispiel

Zunächst soll auf die Fig. 1a und 1b eingegangen werden, die verschiedene Straßenfahrzeuge darstellen, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann.

In Fig. 1a ist ein einteiliges Fahrzeug 101 dargestellt. Bei diesem Fahrzeug kann es sich sowohl um einen Personenkraftwagen als auch um einen Nutzkraftwagen handeln. Bei dem in Fig. 1a dargestellten einteiligen Fahrzeug 101 soll es sich um ein Fahrzeug mit wenigstens zwei Radachsen handeln, was durch die teilweise gestrichelte Darstellung angedeutet ist. Die Radachsen des Fahrzeuges 101 sind mit 103ix bezeichnet. Dabei gibt der Index i an, ob es sich um eine Vorderachse (v) oder um eine Hinterachse (h) handelt. Durch den Index x wird bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Achsen angegeben, um welche der Vorder- bzw. Hinterachsen es sich handelt. Dabei gilt folgende Zuordnung: Der Vorderachse bzw. der Hinterachse, die der Fahrzeugberandung am nächsten ist, ist jeweils der Index x mit dem kleinsten Wert zugeordnet. Je weiter die jeweilige Radachse von der Fahrzeugberandung entfernt ist, desto größer ist der Wert des zugehörigen Index x. Den Radachsen 103ix sind die Räder 102ixj zugeordnet. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x entspricht der vorstehend beschriebenen. Mit dem Index j wird angezeigt, ob sich das Rad auf der rechten (r) bzw. auf der linken (l) Fahrzeugseite befindet. Bei der Darstellung der Räder 102ixj wurde auf die Unterscheidung zwischen Einzelrädern bzw. Zwillingrädern verzichtet.

Ferner enthält das Fahrzeug 101 ein Steuergerät 104, in welchem die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens implementiert ist.

In Fig. 1b ist eine Fahrzeugkombination, bestehend aus einer Zugmaschine 105 und einem Auflieger 106 dargestellt. Die gewählte Darstellung soll keine Einschränkung darstellen, denkbar ist auch eine Fahrzeugkombination, die aus einer Zugmaschine und einem Deichselanhänger besteht. Die Zugmaschine 105 soll die Radachsen 108iz aufweisen. Den Radachsen 108iz sind die entsprechenden Räder 107ijz zugeordnet. Die Bedeutung der Indizes i bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Fig. 1a beschriebenen. Der Index z gibt an, daß es sich um Radachsen bzw. Räder der Zugmaschine handelt. Ferner weist die Zugmaschine 105 ein Steuergerät 109 auf, in dem das erfindungsgemäße Verfahren abläuft und mit dem sowohl die Zugmaschine 105 als auch der Auflieger 106 stabilisiert wird. Der Auflieger 106 soll zwei Radachsen 108ixa enthalten. Den beiden Radachsen 108ixa sind in entsprechender Weise die Räder 107ixja zugewiesen. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Fig. 1a dargestellten. Der Index a gibt an, daß es sich um Komponenten des Aufliegers 106 handelt. Die in Fig. 1b dargestellte Anzahl von Radachsen für die Zugmaschine 105 bzw. für den Auflieger 106 soll keine Einschränkung darstellen. Das Steuergerät 109 kann anstelle in der Zugmaschine 105 auch im Auflieger 106 angeordnet sein. Ferner ist es denkbar, sowohl das Zugfahrzeug 105 als auch den Auflieger 106 mit einem Steuergerät auszustatten.

Die in den Fig. 1a und 1b gewählte Kennzeichnung durch die Indizes a, i, j, x sowie z ist für sämtliche Größen bzw. Komponenten, bei denen sie Verwendung findet, entsprechend.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipperkennung. In dieser Anmeldung werden zwei Ausführungsformen vorgestellt, denen jeweils eine unterschiedliche Vorgehensweise bei der Auswahl der zum Einsatz kommenden Stabilisierungsstrategien zugrunde liegt. Auf die beiden Ausführungsformen wird im Zusammenhang mit den Fig. 3 bzw. 4 eingegangen.

Zunächst soll mit Hilfe von Fig. 2 die erfindungsgemäße Vorrichtung, die beiden Ausführungsformen zugrundeliegt, beschrieben werden.

Bei dem der Fig. 2 zugrundeliegenden Fahrzeug handelt es sich um ein einteiliges Fahrzeug, wie es beispielsweise in Fig. 1a dargestellt ist. Es sei angenommen, daß dieses einteilige Fahrzeug wenigstens zwei Radachsen 103ix aufweist. Bei diesen beiden Radachsen soll es sich um die Vorderachse 103v1 mit den Rädern 102v1r bzw. 102v1l sowie um die Hinterachse 103h1 mit den Rädern 102h1r bzw. 102h1l handeln. Die zu diesen Rädern gehörenden Raddrehzahlsensoren 201v1r, 201v1l, 201h1r bzw. 201h1l sind in Fig. 2 dargestellt. Je nach Anzahl der Radachsen des einteiligen Fahrzeuges kommen, wie in Fig. 2 angedeutet, weitere Raddrehzahlsensoren 201ixj hinzu. Mit den Raddrehzahlsensoren 201ixj werden Größen nixj ermittelt, die jeweils die Raddrehzahl des entsprechenden Rades 102ixj beschreiben. Die Größen nixj werden Blöcken 203 und 208 zugeführt. Die Raddrehzahlsensoren 201ixj sind unabhängig von der Art des Reglers 208 auf jeden Fall vorhanden.

Ferner enthält das Fahrzeug einen Sensor 202 mit dem eine die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende ermittelt wird. Im vorliegenden Fall handelt es bei der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe um eine die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Größe aqmess. Selbstverständlich kann anstelle einer die Querbeschleunigung beschreibenden Größe auch eine die Gierrate

des Fahrzeuges beschreibende Größe verwendet werden. Die mit Hilfe des Sensors 202 erfaßte Größe aqmess wird den Blöcken 203, 204, 205 sowie 208 zugeführt. Die Größe aqmess kann alternativ anstelle mit Hilfe eines Sensors auch aus den Raddrehzahlen nixj hergeleitet werden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Sensorik handelt es sich um die, die Verwendung findet, wenn es sich bei dem Regler 208 beispielsweise um einen bekannten Bremsschlupfregler handelt, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen eingreift, und/oder um einen Antriebschlupfregler handelt, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen und/oder in den Motor eingreift. An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, daß der Querbeschleunigungssensor nicht zwingend erforderlich ist. Die Querbeschleunigung aqmess kann auch ausgehend von den Raddrehzahlen nixj ermittelt werden. Selbstverständlich können in Abhängigkeit der Art des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementierten Reglers 208 weitere Sensoren hinzukommen. Handelt es sich beispielsweise bei dem Regler 208 um einen Regler, der in seiner Grundfunktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, vorzugsweise eine von der Querbeschleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt – solch ein Regler ist beispielsweise aus der in der Automobiltechnischen Zeitschrift (ATZ) 16, 1994, Heft 11, auf den Seiten 674 bis 689 erschienen Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" bekannt –, so sind neben den Raddrehzahlsensoren 201ixj und dem Querbeschleunigungssensor 202, auch ein Gierratensensor und ein Lenkwinkelsensor vorhanden.

Die in Fig. 2 gewählte strukturelle Darstellung soll keine Einschränkung darstellen. In Abhängigkeit der Art des implementierten Reglers sind, wie oben angedeutet, eventuell leichte Modifikationen erforderlich.

Im folgenden sei angenommen, daß das Fahrzeug 101 Raddrehzahlsensoren 201ixj und einen Querbeschleunigungssensor 202 aufweist.

In einem Block 203 werden Größen Rvixj ermittelt, die das Radverhalten der Räder des Fahrzeuges quantitativ beschreiben. Hierzu werden dem Block 203 die Raddrehzahlen nixj, die Größe aqmess sowie eine die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe vf, die im Block 208 in bekannter Weise aus den Raddrehzahlen nixj ermittelt wird, zugeführt. Die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen Rvixj werden einem Block 204 zugeführt. In diesem Block 204 wird wenigstens in Abhängigkeit der Größen Rvixj eine Größe KT ermittelt, die beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz, insbesondere um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse, vorliegt oder nicht.

Im folgenden soll auf die im Block 203 ablaufenden Ermittlung der Größen Rvixj und auf die im Block 204 ablaufende Ermittlung der Größe KT in Zusammenschau eingegangen werden, da beide Vorgänge eng zusammenhängen. Zur Ermittlung der Größe KT können zwei unterschiedliche Vorgehensweisen herangezogen werden. Bei einer ersten werden kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert, eine zweite kommt ohne diese Erzeugung aus.

Bei der ersten Vorgehensweise wird zunächst in dem Block 204 die Größe aqmess mit einem entsprechenden Schwellenwert verglichen. Ist die Größe aqmess größer als der Schwellenwert, so deutet dies darauf hin, daß sich das Fahrzeug in einem querdynamisch kritischen Fahrzustand befindet. Deshalb werden in diesem Fall im Block 204 Größen SMixj\* bzw. SM\* erzeugt, die dem Block 208 zugeführt werden. Ausgehend von den Größen SMixj\* werden durch

den Regler 208 und der zugehörigen Ansteuerlogik 209 an wenigstens einem Rad kurzzeitig Bremsmomente erzeugt und/oder verändert. Ausgehend von den Größen SMixj\* und SM\* werden durch den Regler 208 und der zugehörigen Ansteuerlogik 209 an wenigstens einem Rad kurzzeitig Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Da sich das Fahrzeug in einem querdynamisch kritischen Zustand befindet, kann eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegen. Eine Kipptendenz eines Fahrzeuges ist im Normalfall damit verbunden, daß einzelne Räder des Fahrzeuges abheben bzw. abzuheben drohen. Solche Räder haben eine geringe Bodenhaftung, weswegen eine kurzzeitige Erzeugung und/oder Veränderung des Bremsmomentes und/oder des Antriebsmomentes an diesen Rädern zu deutlich erkennbaren Änderungen der Raddynamik führen. An dieser Stelle sei bemerkt, daß es ausreichend ist, vorstehend beschriebene Eingriffe an den Rädern vorzunehmen, die beispielsweise während einer Kurvenfahrt vom Abheben bedroht sind, d. h. an den kurveninneren Rädern.

Ferner ist es ausreichend geringe Momente zu erzeugen bzw. geringfügige Änderungen der Momente durchzuführen. Aus den vorstehend genannten Gründen kann durch die kurzzeitige Erzeugung und/oder Veränderung eines Bremsmomentes und/oder eines Antriebsmomentes an den Rädern ermittelt werden, ob für das Fahrzeug tatsächlich eine entsprechende Kipptendenz vorliegt oder nicht.

Bei der ersten Vorgehensweise werden im Block 203 für die Räder Größen Rvixj ermittelt, die das Radverhalten der entsprechenden Räder quantitativ beschreiben. Als Größen Rvixj werden solche Größen verwendet, die von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängen. Beispielsweise handelt es sich hierbei um die Raddrehzahlen nixj selbst oder um eine den Radschlupf beschreibende Größe oder um eine die Radverzögerung oder die Radbeschleunigung beschreibende Größe. Die Größen Rvixj werden dem Block 204 zugeführt.

Alternativ zu den das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen kann bei der ersten Vorgehensweise auch eine Größe ermittelt werden, die anzeigt, ob ein Schlupfregler, in diesem Fall der Regler 208, aufgrund der oben beschriebenen Erzeugung und/oder Veränderung von Bremsmomenten und/oder Antriebsmomenten an wenigstens einem Rad einen Eingriff zur Stabilisierung dieses Rades durchführt. Falls ausgehend vom Regler 208 ein solcher Eingriff stattfindet und/oder stattgefunden hat, wird dies dem Block 204 über die Größe SR mitgeteilt. D.h. die Größe SR beschreibt ebenfalls, vergleichbar den Größen Rvixj, das Radverhalten wenigstens eines Rades. Bei dieser Art von Eingriff versucht der Regler Bremsdruck abzubauen, da er bei der vorliegenden Situation vorgetäuscht bekommt, das Rad hätte einen zu großen Bremsschlupf.

Folglich wird während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die das Radverhalten des wenigstens einen Rades quantitativ beschreibende Größe und/oder die einen Eingriff des Schlupfreglers anzeigende Größe ermittelt.

Im Block 204 wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Ferner wird, soweit realisiert, im Block 204

ermittelt, ob die den Eingriff des Schlupfreglers anzeigende Größe SR vorhanden ist oder nicht. In Abhängigkeit der Größen Rvixj bzw. SR liegt eine Kipptendenz für das Fahrzeug vor, wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe Rvixj größer als ein entsprechender Schwellenwert ist und/oder wenn die den Eingriff des Schlupfreglers anzeigende Größe SR vorhanden ist. In diesem Fall erzeugt der Block 204 eine Größe KT, die dem Block 205 zugeführt wird. Folglich wird die Größe KT, die ihrem Wesen nach eine Kippgröße ist, da sie beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt, wenigstens in Abhängigkeit einer das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibenden Größe ermittelt.

Bei der zweiten Vorgehensweise sind keine kurzzeitigen Erzeugungen und/oder Veränderungen von Bremsmomenten und/oder Antriebsmomenten erforderlich. Im Block 203 wird als die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe, eine Größe ermittelt, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibt. Insbesondere handelt es sich bei dieser Größe um den dynamischen Rollradius. Diese Größe wird in Abhängigkeit der Raddrehzahl nixj des entsprechenden Rades, der die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe vf, der Größe aqmess und einer die Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden Größe, insbesondere der halben Spurweite, ermittelt. Auch bei der zweiten Vorgehensweise wird die Größe Rvixj dem Block 204 zugeführt. Eine Kipptendenz liegt beispielsweise dann vor, wenn die Größe Rvixj größer als ein entsprechender Schwellenwert ist. In diesem Fall wird, wie bei der ersten Vorgehensweise auch, vom Block 204 eine Größe KT ausgegeben. Vorzugsweise wird bei der zweiten Vorgehensweise die im Block 204 stattfindende Ermittlung der Größe KT entsprechend der ersten Vorgehensweise durchgeführt, wenn die Größe aqmess größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die Darstellung allgemein zu verstehen ist, so daß beide vorstehend vorgestellten Vorgehensweisen implementiert sein können. Dies soll bedeuten, daß entweder eine Vorgehensweise in Alleinstellung oder aber auch eine Kombination beider Vorgehensweisen implementiert sein können. Je nach Implementierung können bzgl. der Darstellung in Fig. 2 leichte Modifikationen erforderlich sein, was allerdings keine Einschränkung der erfindungswesentlichen Idee darstellen soll.

Im Regler 208 werden aus den Raddrehzahlen nixj in bekannter Weise verschiedene Größen ermittelt. Zum einen wird im Regler 208 beispielsweise unter Verwendung der Raddrehzahlen nixj eine Größe  $\mu$  ermittelt, die die momentanen, d. h. die in der jeweiligen Fahrsituation vorliegenden, Reibverhältnisse beschreibt. Diese Größe  $\mu$  wird einem Block 206 zugeführt. Ferner werden im Regler 208 in bekannter Weise unter Verwendung der Raddrehzahlen nixj die Radlasten beschreibende Größen Lixj ermittelt, die ebenfalls dem Block 206 zugeführt werden. Außerdem wird im Regler 208 in bekannter Weise unter Verwendung von Schätzverfahren eine die Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges beschreibende Größe SP ermittelt, die ebenfalls dem Block 206 zugeführt wird.

Im Block 206 werden verschiedene Größen ermittelt, die im Block 205 benötigt werden. Zum einen wird im Block 206 ein charakteristischer Wert  $ch_{Waq}$  für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt. In die Ermittlung dieses charakteristischen Wertes  $ch_{Waq}$  gehen die Radlasten Lixj bzw. die Massenverteilung des Fahrzeuges, die Schwerpunktshöhe SP sowie die Größe  $\mu$  ein. Folglich wird der charakteristische Wert  $ch_{Waq}$  in Abhängigkeit der Beladung des Fahrzeuges, in Abhängigkeit der Schwer-

punkthöhe und in Abhängigkeit der Größe  $\mu$  ermittelt. Alternativ ist auch denkbar, daß es sich bei dem charakteristischen Wert  $ch_{Waq}$  um einen fest vorgegebenen Wert handelt.

Die Größen  $\epsilon$ ,  $S1$  und  $S2$ , die wie aus den noch zu beschreibenden Fig. 3 und 4 hervorgeht, Schwellenwerte darstellen, sind entweder fest vorgegebene Werte, oder sie werden in Abhängigkeit der Größe  $ch_{Waq}$  ermittelt. Ebenfalls ist auch eine Ermittlung in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_f$  oder der Querbeschleunigung  $a_{qmss}$  denkbar. Die Größen  $ch_{Waq}$ ,  $\epsilon$ ,  $S1$  und  $S2$  werden ausgehend vom Block 206 dem Block 205 zugeführt.

Im Block 205 wird ausgehend von dem ihm zugeführten Größen eine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens zwei unterschiedlichen Strategien ausgewählt. Auf die Vorgehensweise bei der Auswahl der Strategie wird im Zusammenhang mit den Fig. 3 bzw. 4 noch ausführlich eingegangen. Entsprechend der ausgewählten Strategie erzeugt der Block 205 Größen  $SM_{ixj}$  und  $SM$ , die dem Regler 208 zugeführt werden. Mit Hilfe dieser Größen wird dem Regler 208 gemäß der ausgewählten Strategie mitgeteilt, welche Räder wie beeinflusst werden müssen bzw. wie der Motor beeinflusst werden muß, damit das Fahrzeug stabil bleibt bzw. damit das Fahrzeug stabilisiert wird. Denkbar wäre auch eine Modifikation bzw. Veränderung einer bestehenden Strategie, anstelle der Auswahl einer Strategie aus wenigstens zwei Strategien.

Die erfindungswesentlichen Blöcke 203, 204, 205 und 206 sind in Fig. 2 zu einem Block 207 zusammengefaßt.

Mit 208 ist der im Steuergerät 104 implementierte Regler bzw. Fahrzeugregler bezeichnet. Bei dem Regler 208 handelt es sich beispielsweise um einen Bremseschlupfregler und/oder um einen Antriebschlupfregler. Alternativ kann es sich auch um einen Regler handeln, der in seiner Grundfunktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, beispielsweise eine von der Querbeschleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt. An dieser Stelle sei auf die vorstehend erwähnte Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Die im Block 208 in ihrer Grundfunktion stattfindende Regelung basiert in bekannter Weise auf den dem Block 208 zugeführten Größen  $n_{ixj}$  bzw.  $a_{qmss}$ , einer Größe  $mot2$ , die beispielsweise die Motordrehzahl des Motors 210 beschreibt und die ausgehend von dem Motor 210 dem Block 208 zugeführt wird, sowie Größen  $ST2$ , die ausgehend von einem Block 209, welcher die Ansteuerlogik für die im Fahrzeug enthaltenen Aktuatoren darstellt, dem Block 208 zugeführt werden. Aus der Größe  $a_{qmss}$  und unter Berücksichtigung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_f$  kann die eventuell für die in der Grundform stattfindende Regelung erforderliche Gierrate ermittelt werden.

Zusätzlich zu der im Block 208 in der Grundfunktion implementierten Regelung ist in ihm eine Umkipppvermeidung implementiert. Im Rahmen der Umkipppvermeidung erfüllt der Regler im wesentlichen zwei Aufgaben. Zum einen setzt er gemäß der vorstehend beschriebenen ersten Vorgehensweise die Größen  $SM_{ixj}^*$  bzw.  $SM^*$  in entsprechende Signale  $ST1$  um, die der Ansteuerlogik 209 zugeführt werden, und ausgehend von denen an den Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Zum anderen setzt er die Signale  $SM_{ixj}$  bzw.  $SM$  in entsprechende Signale  $ST1$  um, die ebenfalls der Ansteuerlogik 209 zugeführt werden, und ausgehend von denen zur Stabilisierung des Fahrzeuges entsprechende Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt werden. Diese Eingriffe zur Stabilisierung des Fahrzeuges können den Eingriffen der Regelung der Grundfunktion quasi über-

geordnet sein.

Der Regler 208 erzeugt Größen  $ST1$ , die der Ansteuerlogik 209, mit der die dem Fahrzeug zugeordneten Aktuatoren angesteuert werden, zugeführt werden. Mit den Größen  $ST1$  wird der Ansteuerlogik 209 mitgeteilt, welche Aktuatoren wie angesteuert werden sollen. Bzgl. der Erzeugung der Größen  $ST1$  gemäß der für die Grundfunktion implementierten Regelung wird auf die vorstehend aufgeführte Veröffentlichung "FDR – die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Für die Eingriffe, die für die Erkennung der Kipptendenz bzw. die für die Umkipppvermeidung durchgeführt werden, werden die Größen  $ST1$  entsprechend modifiziert.

Um ein Fahrzeug bei einer vorliegenden Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu stabilisieren bzw. um ein Umkippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu vermeiden, sind beispielsweise folgende Eingriffe in die Aktuatoren des Fahrzeuges denkbar: Zum einen kann durch Bremsen bzw. durch Zurücknahme des Motormomentes eine Verminderung der Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht werden. Zum anderen kann durch radindividuelle Bremseneingriffe gezielt dem Umkippen des Fahrzeuges entgegengewirkt werden. Durch einen starken Bremseneingriff an ausgewählten Rädern wird das gesamte Fahrzeug abgebremst. Bei den ausgewählten Rädern handelt es sich im Normalfall um Räder der Kurvenaußenseite, da diese in einem querdynamisch kritischen Fahrzustand eine höhere Radlast aufweisen, und somit an diesen Rädern eine große Bremskraft erzeugt werden kann. Solch ein Bremseneingriff hat mehrere positive Effekte. Zum einen wird die Geschwindigkeit des Fahrzeuges stark verringert, wodurch gleichzeitig die auf das Fahrzeug wirkende Querbeschleunigung und somit auch die auf das Fahrzeug wirkende Fliehkraft verringert wird. Zum anderen wird durch die Bremskraft an den kurvenäußeren Rädern die Seitenführungskraft verringert, wodurch das auf das Fahrzeug wirkende Kippmoment ebenfalls verringert wird. Außerdem werden durch das Bremsen die Aufstandskräfte an der oder an den Hinterachsen zu Gunsten der Aufstandskräfte an der oder an den Vorderachsen vermindert. Durch diesen Bremseneingriff wird ein entsprechendes, auf das Fahrzeug wirkendes Giermoment erzeugt, welches den Kurvenradius des Fahrzeuges aufweitet, wodurch das auf das Fahrzeug wirkende Kippmoment weiter verringert wird.

Im Block 209, der Ansteuerlogik, werden die vom Regler 208 erzeugten Größen  $ST1$  in Ansteuersignale für den Motor 210 sowie in Ansteuersignale für die Aktuatoren des Fahrzeuges umgesetzt. Bei den Aktuatoren handelt es sich beispielsweise um Aktuatoren 212 $_{ixj}$ , mit denen an den entsprechenden Rädern eine Bremskraft erzeugbar ist. Zur Ansteuerung des Motors 210 erzeugt die Ansteuerlogik ein Signal  $mot1$ , mit dem beispielsweise die Drosselklappenstellung des Motors beeinflussbar ist. Zur Ansteuerung der Aktuatoren 212 $_{ixj}$ , die insbesondere als Bremsen ausgebildet sind, erzeugt die Ansteuerlogik 209 Signale  $A_{ixj}$ , mit denen die von den Aktuatoren 212 $_{ixj}$  an den entsprechenden Rädern erzeugten Bremskräfte beeinflussbar sind. Die Ansteuerlogik 209 erzeugt Größen  $ST2$ , die dem Regler 208 zugeführt werden, und die eine Information über die Ansteuerung der einzelnen Aktuatoren enthalten.

Sofern das Fahrzeug über einen Retarder 211 verfügt, kann die Ansteuerlogik zusätzlich ein Signal  $FR$  erzeugen, mit dem der Retarder angesteuert wird. Ferner ist auch denkbar, daß das Fahrzeug mit Fahrwerksaktuatoren zur Beeinflussung des Fahrwerks des Fahrzeuges ausgestattet ist.

Bei der in Fig. 2 zum Einsatz kommenden Bremsanlage kann es sich um eine hydraulische oder pneumatische oder



elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlage handeln.

Im folgenden soll mit Hilfe von Fig. 3 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben werden, welches größtenteils im Block 205 abläuft. Dadurch daß in Fig. 3 lediglich auf ein einteiliges Fahrzeug eingegangen wird, soll keine Einschränkung der erfindungswesentlichen Idee entstehen. Das in Fig. 3 dargestellte Ablaufdiagramm ist in entsprechender Weise auch für eine Fahrzeugkombination anwendbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 301, in welchem die Größen  $a_{qmss}$ ,  $chWaq$ ,  $\epsilon$ ,  $S1$  und  $S2$  eingelesen werden. Im Anschluß an den Schritt 301 wird ein Schritt 302 ausgeführt. Im Schritt 302 wird eine Differenz  $\delta_{laaq}$  ermittelt. Hierzu wird von der Größe  $chWaq$  der Betrag der Größe  $a_{qmss}$  subtrahiert. Die Größe  $\delta_{laaq}$  stellt den Abstand der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe  $a_{qmss}$  von dem charakteristischen Wert  $chWaq$  dar. Im Anschluß an den Schritt 302 wird ein Schritt 303 ausgeführt.

Im Schritt 303 wird in einer Abfrage bzw. mit Hilfe eines Vergleiches ermittelt, ob die Größe  $\delta_{laaq}$  kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert  $\epsilon$  ist oder nicht. Mit anderen Worten: Es wird ermittelt, ob der Abstand zwischen der Größe  $a_{qmss}$  und der Größe  $chWaq$  kleiner als der vorgegebene Schwellenwert  $\epsilon$  ist oder nicht. Ist die Größe  $\delta_{laaq}$  kleiner als der Schwellenwert  $\epsilon$ , was gleichbedeutend damit ist, daß die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe  $a_{qmss}$  einen kleineren Abstand als  $\epsilon$  von dem charakteristischen Wert  $chWaq$  hat, und sich das Fahrzeug somit nahe eines querdynamisch kritischen Fahrzustandes befindet, so wird anschließend an den Schritt 303 ein Schritt 304 ausgeführt. Beginnend mit dem Schritt 304 wird eine der wenigstens zwei Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt. Wird dagegen im Schritt 303 festgestellt, daß die Größe  $\delta_{laaq}$  größer als der Schwellenwert  $\epsilon$  ist, was gleichbedeutend damit ist, daß die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe  $a_{qmss}$  einen größeren Abstand als  $\epsilon$  von dem charakteristischen Wert  $chWaq$  hat, und sich das Fahrzeug somit weit entfernt von einem querdynamisch kritischen Fahrzustand befindet, so wird anschließend an den Schritt 303 erneut der Schritt 301 ausgeführt, was gleichbedeutend damit ist, daß in diesem Fahrzustand keine Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt werden. Mit Hilfe des im Schritt 303 stattfindenden Vergleiches wird folglich entschieden, ob eine der wenigstens zwei Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt wird oder nicht.

Im Schritt 304 wird ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Diese Ermittlung läuft entsprechend den obigen Ausführungen in den Blöcken 203 und 204 ab. Wie in diesem Zusammenhang ausgeführt, wird die Kipptendenz anhand einer das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibenden Größe ermittelt.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die Formulierung "eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse" folgendermaßen zu verstehen ist: Zum einen kann es sich bei der Fahrzeugachse, um die eine Kipptendenz des Fahrzeuges auftritt, um die eigentliche Fahrzeuglängsachse handeln. Zum anderen kann es sich um eine Fahrzeugachse handeln, die um einen gewissen Winkel gegenüber der eigentlichen Fahrzeuglängsachse verdreht ist. Dabei ist es unerheblich, ob die verdrehte Fahrzeugachse durch den Schwerpunkt des Fahrzeuges geht oder nicht. Der Fall der verdrehten Fahrzeugachse soll auch solch eine Orientierung der Fahrzeugachse zulassen, bei der die Fahrzeugachse entweder einer Diagonalachse des Fahrzeuges oder einer zu dieser

parallelen Achse entspricht.

Wird im Schritt 304 festgestellt, daß eine Kipptendenz vorliegt, so wird im Anschluß an den Schritt 304 ein Schritt 305 ausgeführt. Durch die Verzweigung von Schritt 304 auf Schritt 305 wird eine erste Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt. Diese erste Strategie besteht im wesentlichen aus dem Schritt 305.

Im Schritt 305 werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges an wenigstens einem Rad Bremseneingriffe durchgeführt. Vornehmlich werden diese an solchen Rädern durchgeführt, die eine große Radlast aufweisen. Die Räder, die eine große Radlast aufweisen, sind aufgrund der Ermittlung der Kipptendenz bekannt. Die Bremseneingriffe werden so durchgeführt, daß diese Räder stark gebremst werden. Alternativ oder unterstützend werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges, insbesondere zur Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit, Motoreingriffe durchgeführt. Die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe werden dabei so durchgeführt, daß sich die Größe  $a_{qmss}$  dem charakteristischen Wert  $chWaq$  annähert und/oder diese nicht überschreitet. Dabei werden die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe wenigstens in Abhängigkeit der Größe  $\delta_{laaq}$  gebildet. Durch die innerhalb der ersten Strategie durchgeführten Bremseneingriffe werden die Räder des Fahrzeuges individuell angesteuert, so daß beispielsweise lediglich ein Rad gebremst wird. Diese Art von Eingriffen, d. h. starke radindividuelle Bremseneingriffe sind deshalb erforderlich, weil für das Fahrzeug bereits eine Kipptendenz vorliegt, und durch diese radindividuellen Bremseneingriffe zum einen die Fahrzeuggeschwindigkeit reduziert wird und zum anderen ein Giermoment, welches auf das Fahrzeug stabilisierend wirkt, erzeugt wird.

Wird dagegen im Schritt 304 festgestellt, daß keine Kipptendenz vorliegt, so wird im Anschluß an den Schritt 304 ein Schritt 306 ausgeführt. Mit der Verzweigung von Schritt 304 auf Schritt 306 wird eine zweite Strategie ausgewählt. Folglich wird in Abhängigkeit der Tatsache, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, und somit in Abhängigkeit der Größe  $KT$ , die dieses beschreibt, eine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens zwei Strategien ausgewählt.

Die zweite Strategie besteht im wesentlichen aus den Schritten 306, 307 sowie 308. Im Schritt 306 wird ein erster Vergleich in Abhängigkeit der Größe  $\delta_{laaq}$  durchgeführt. Hierzu werden im Schritt 306 zwei Teilabfragen durchgeführt. Zum einen wird in einer ersten Teilabfrage ermittelt, ob die Größe  $\delta_{laaq}$  negativ ist. Dadurch wird erkannt, ob die Größe  $a_{qmss}$  bereits größer als der charakteristische Wert  $chWaq$  ist, d. h. ob sich das Fahrzeug bereits in einem querdynamisch kritischen Fahrzustand befindet. In einer zweiten Teilabfrage wird ermittelt, ob die zeitliche Änderung der Größe  $\delta_{laaq}$  kleiner als ein entsprechender Schwellenwert  $S1$  ist. Bei dem Schwellenwert  $S1$  handelt es sich um einen negativen Wert. Mit dieser Teilabfrage wird erkannt, wie schnell sich die Größe  $a_{qmss}$  an den charakteristischen Wert  $chWaq$  annähert.

Ist im Schritt 306 weder die erste Teilabfrage noch die zweite Teilabfrage erfüllt, was gleichbedeutend damit ist, daß die Größe  $a_{qmss}$  kleiner als der charakteristische Wert  $chWaq$  ist und daß sich die Größe  $a_{qmss}$  nur langsam an den charakteristischen Wert  $chWaq$  annähert, so wird anschließend an den Schritt 306 erneut der Schritt 301 ausgeführt, da in diesem Fahrzustand des Fahrzeuges keine Stabilisierungseingriffe erforderlich sind. Ist dagegen im Schritt 306 entweder die erste Teilabfrage oder die zweite Teilabfrage erfüllt, was gleichbedeutend damit ist, daß entweder die Größe  $a_{qmss}$  bereits größer als der charakteristische



Wert  $chW_{aq}$  ist, oder daß sich die Größe  $aq_{mess}$  schnell an den charakteristischen Wert  $chW_{aq}$  annähert, so wird im Anschluß an den Schritt 306 ein Schritt 307 ausgeführt.

Im Schritt 307 wird ein zweiter Vergleich durchgeführt, bei dem ermittelt wird, ob die zeitliche Änderung der Größe  $aq_{mess}$  kleiner als ein entsprechender Schwellenwert S2 ist.

Wird im Schritt 307 festgestellt, daß die zeitliche Änderung der Größe  $aq_{mess}$  kleiner als der Schwellenwert S2 ist, so wird anschließend an den Schritt 307 der Schritt 305 ausgeführt, d. h. es werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe gemäß der ersten Strategie durchgeführt. Bei dem Schwellenwert S2 handelt es sich um einen negativen Wert. Wird dagegen im Schritt 307 festgestellt, daß die zeitliche Änderung der Größe  $aq_{mess}$  größer als der Schwellenwert S2 ist, so wird im Anschluß an den Schritt 307 ein Schritt 308 ausgeführt.

Im Schritt 308 werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der zweiten Strategie durchgeführt. Hierzu werden beispielsweise alle Räder des Fahrzeuges gleichmäßig gebremst. Ergänzend oder alternativ werden Motoreingriffe durchgeführt. Die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe werden dabei so durchgeführt, daß die Größe  $aq_{mess}$  sich dem charakteristischen Wert  $chW_{aq}$  annähert und/oder diesen nicht überschreitet. Dabei werden die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe wenigstens in Abhängigkeit der Größe  $\delta_{taaq}$  gebildet. Durch die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der zweiten Strategie wird über eine Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit eine Stabilisierung des Fahrzeuges erreicht.

In Abhängigkeit der beiden in den Schritten 306 bzw. 307 stattfindenden Vergleiche wird somit ermittelt, ob keine Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe oder die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der ersten Strategie oder ob die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der zweiten Strategie durchgeführt werden.

Sowohl im Anschluß an den Schritt 305 als auch im Anschluß an den Schritt 308 wird erneut der Schritt 301 ausgeführt.

Mit Hilfe der Fig. 4 soll eine zweite Ausführungsform des größtenteils im Block 205 ablaufenden erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben werden. Dabei ist das in Fig. 4 mit Hilfe des Ablaufdiagrammes dargestellte erfindungsgemäße Verfahren sowohl für eine Fahrzeugkombination als auch für ein Einzelfahrzeug anwendbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 401, in welchem die Größen  $aq_{mess}$ ,  $chW_{aq}$ ,  $\epsilon$  und S1 eingelesen werden. Im Anschluß an den Schritt 401 wird ein Schritt 402 ausgeführt, wobei der Schritt 402 dem bereits beschriebenen Schritt 302 entspricht. Im Anschluß an den Schritt 402 wird ein Schritt 403 ausgeführt, der dem bereits beschriebenen Schritt 303 entspricht. Ist die im Schritt 403 stattfindende Abfrage nicht erfüllt, so wird entsprechend der Fig. 3 im Anschluß an den Schritt 403 erneut der Schritt 401 ausgeführt. Ist dagegen die im Schritt 403 stattfindende Abfrage erfüllt, so wird anschließend an den Schritt 403 ein Schritt 404 ausgeführt.

Im Schritt 403 wird ermittelt, ob die Größe  $\delta_{taaq}$  positiv ist. Wird im Schritt 404 festgestellt, daß die Größe  $\delta_{taaq}$  positiv ist, so wird im Anschluß an den Schritt 404 ein Schritt 405 ausgeführt. Mit der Verzweigung von Schritt 404 auf Schritt 405 wird eine zweite Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt, die aus den Schritten 405 und 406 besteht.

Im Schritt 405 wird ein Vergleich durchgeführt, bei dem ermittelt wird, ob die zeitliche Änderung der Größe  $\delta_{taaq}$  kleiner als ein entsprechender Schwellenwert S1 ist. Bei dem Schwellenwert S1 handelt es sich um einen negativen Wert. Die Bedeutung dieser Abfrage entspricht der zweiten

Teilabfrage des Schrittes 306. Wird im Schritt 405 festgestellt, daß die zeitliche Änderung der Größe  $\delta_{taaq}$  größer als der Schwellenwert S1 ist, so wird anschließend an den Schritt 405 ein Schritt 406 ausgeführt, d. h. es werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe gemäß der zweiten Strategie durchgeführt. Wird dagegen im Schritt 405 festgestellt, daß die zeitliche Änderung der Größe  $\delta_{taaq}$  kleiner als der Schwellenwert S1 ist, so wird im Anschluß an den Schritt 405 ein Schritt 408 ausgeführt, d. h. es werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe gemäß der ersten Strategie durchgeführt.

Im Schritt 406 werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe so durchgeführt, daß die Größe  $aq_{mess}$  kleiner oder gleich dem charakteristischen Wert  $chW_{aq}$  ist. Beispielsweise werden durch die Bremseneingriffe alle Räder des Fahrzeuges gleichmäßig gebremst. Durch die Motoreingriffe wird das Motormoment entsprechend reduziert. Weitere Ausführungen bzgl. dieser Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe können der Beschreibung der zweiten Strategie in der Fig. 3 entnommen werden.

Wird dagegen im Schritt 404 festgestellt, daß die Größe  $\delta_{taaq}$  negativ ist, so wird im Anschluß an den Schritt 404 ein Schritt 407 ausgeführt. Mit der Verzweigung von Schritt 404 auf Schritt 407 wird eine erste Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt, die aus den Schritten 407 und 408 besteht.

Folglich wird gemäß des Schrittes 404 in Abhängigkeit der Tatsache, ob die betrachtete Größe  $\delta_{taaq}$  positiv oder negativ ist, eine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens zwei Strategien ausgewählt.

Im Schritt 407 wird ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Diese Ermittlung läuft entsprechend den obigen Ausführungen in den Blöcken 203 und 204 ab. Der Schritt 407 entspricht dem bereits beschriebenen Schritt 304. Wird im Schritt 407 festgestellt, daß für das Fahrzeug keine Kipptendenz vorliegt, so wird anschließend an den Schritt 407 der Schritt 405 ausgeführt, und somit die zweite Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges durchgeführt.

Wird dagegen im Schritt 407 festgestellt, daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt, so wird im Anschluß an den Schritt 407 ein Schritt 408 ausgeführt, in welchem die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der ersten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges durchgeführt werden. Für diese Bremseneingriffe und Motoreingriffe gilt das bereits zur ersten Strategie der Fig. 3 Ausgeführte.

Sowohl im Anschluß an den Schritt 406 als auch im Anschluß an den Schritt 408 wird erneut der Schritt 401 ausgeführt.

Abschließend sei bemerkt, daß die in der Beschreibung gewählte Form des Ausführungsbeispiels sowie die in den Figuren gewählte Darstellung keine einschränkende Wirkung auf die erfindungswesentliche Idee darstellen soll.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipppvermeidung, insbesondere zur Vermeidung des Umkippens eines Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse, bei dem eine Kippgröße ermittelt wird, die beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz, insbesondere eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse, vorliegt, wobei diese Kippgröße wenigstens in Abhängigkeit einer das Rad-

verhalten wenigstens eines Rades beschreibenden Größe ermittelt wird, bei dem in Abhängigkeit der Kippgröße eine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens zwei unterschiedlichen Strategien ausgewählt wird, wobei in den Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeuges jeweils wenigstens eine Art von Eingriffen zur Stabilisierung des Fahrzeuges durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt wird, daß in Abhängigkeit dieser die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und eines charakteristischen Wertes, insbesondere eines Schwellenwertes, für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, ein Vergleich durchgeführt wird, und daß in Abhängigkeit des Vergleiches entschieden wird, ob eine der wenigstens zwei Strategien ausgewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung des Vergleiches eine Differenz aus dem charakteristischen Wert und dem Betrag der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe ermittelt wird, und daß diese Differenz mit einem vorgebbaren Schwellenwert verglichen wird, insbesondere wird keine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt, wenn diese Differenz größer als der Schwellenwert ist und/oder wird eine der wenigstens zwei Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt, wenn diese Differenz kleiner als der Schwellenwert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer ersten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges an wenigstens einem Rad, insbesondere an einem Rad, welches eine große Radlast aufweist, Bremseneingriffe durchgeführt werden, so daß dieses Rad, insbesondere stark, gebremst wird, und/oder daß bei der ersten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges Motoreingriffe durchgeführt werden, insbesondere werden die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe so durchgeführt, daß die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe sich dem charakteristischen Wert annähert und/oder diesen nicht überschreitet, wobei die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe wenigstens von einer Differenz abhängen, die aus der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und einem charakteristischen Wert für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Strategie einen ersten Vergleich, der insbesondere in Abhängigkeit einer Differenz, die aus einer die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und einem charakteristischen Wert für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe gebildet wird, durchgeführt wird, und/oder einen zweiten Vergleich, der insbesondere in Abhängigkeit von der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe durchgeführt wird, enthält, wobei in Abhängigkeit dieser beiden Vergleiche ermittelt wird, ob keine Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe oder ob die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe einer ersten Strategie oder ob die Bremsen-

eingriffe und/oder Motoreingriffe der zweiten Strategie durchgeführt werden, insbesondere werden bei der zweiten Strategie die Bremseneingriffe, insbesondere für alle Räder des Fahrzeuges gleichmäßig, und/oder die Motoreingriffe so durchgeführt, daß die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe sich dem charakteristischen Wert annähert und/oder diesen nicht überschreitet, wobei die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe wenigstens von einer Differenz abhängen, die aus der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und einem charakteristischen Wert für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung des ersten Vergleiches die Differenz mit einem entsprechenden Schwellenwert und/oder eine die zeitliche Änderung der Differenz beschreibende Größe mit einem entsprechenden Schwellenwert verglichen wird, und/oder daß zur Durchführung des zweiten Vergleiches eine die zeitliche Änderung der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe mit einem entsprechenden Schwellenwert verglichen wird, insbesondere werden keine Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt, wenn die Differenz positiv und wenn die die zeitliche Änderung der Differenz beschreibende Größe größer als der entsprechende Schwellenwert ist, und/oder werden Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe gemäß der ersten Strategie durchgeführt, wenn zum einen die Differenz negativ oder die die zeitliche Änderung der Differenz beschreibende Größe kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist, und wenn zum anderen die die zeitliche Änderung der die Querdynamik beschreibenden Größe kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist und/oder werden Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe gemäß der zweiten Strategie durchgeführt, wenn zum einen die Differenz negativ oder die die zeitliche Änderung der Differenz beschreibende Größe kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist, und wenn zum anderen die die zeitliche Änderung der die Querdynamik beschreibenden Größe größer als der entsprechende Schwellenwert ist.

7. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipfvermeidung, insbesondere zur Vermeidung des Umkippens eines Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse, bei dem eine die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt wird, bei dem wenigstens ein charakteristischer Wert, insbesondere ein Schwellenwert, für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt wird, wobei dieser charakteristische Wert wenigstens in Abhängigkeit einer Größe ermittelt wird, die die momentanen, insbesondere die in der jeweiligen Fahrsituation vorliegenden, Reibverhältnisse beschreibt, bei dem wenigstens in Abhängigkeit der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und des charakteristischen Wertes wenigstens ein Vergleich durchgeführt wird, wobei die zur Stabilisierung des Fahrzeuges verwendete Strategie wenigstens in Abhängigkeit dieses wenigstens einen Vergleichs aus wenigstens zwei unterschiedlichen Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeug-

ges ausgewählt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem charakteristischen Wert und dem Betrag der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe eine Differenz gebildet wird, und daß für den Fall, daß die Differenz größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, keine Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt wird, und/oder daß für den Fall, daß die Differenz kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist, eine der wenigstens zwei Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt wird, insbesondere wird eine erste Strategie ausgewählt, wenn die Differenz negativ ist, und/oder wird eine zweite Strategie ausgewählt, wenn die Differenz positiv ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer zweiten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges ein Vergleich in Abhängigkeit einer Größe durchgeführt wird, die die zeitliche Änderung einer Differenz beschreibt, die in Abhängigkeit der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und des charakteristischen Wertes ermittelt wird, wobei in Abhängigkeit dieses Vergleichs Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt werden, insbesondere werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe der zweiten Strategie durchgeführt, wenn die die zeitliche Änderung beschreibende Größe größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder werden die Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe einer ersten Strategie durchgeführt, wenn die die zeitliche Änderung beschreibende Größe kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer zweiten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges wenigstens Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe so durchgeführt werden, daß die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe kleiner oder gleich dem charakteristischen Wert ist, insbesondere werden durch die Bremseneingriffe alle Räder des Fahrzeuges gleichmäßig gebremst und/oder durch die Motoreingriffe das Motormoment entsprechend reduziert, wobei die Bremseneingriffe und/oder die Motoreingriffe wenigstens abhängig von einer Differenz gebildet werden, die aus der die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und dem charakteristischen Wert ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer ersten Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges, eine Kippgröße ermittelt wird, die beschreibt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz, insbesondere eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Längsachse, vorliegt, wobei in Abhängigkeit dieser Kippgröße Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt werden, insbesondere werden für den Fall, daß gemäß der Kippgröße eine Kipptendenz vorliegt, die zu der ersten Strategie gehörenden Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt, vorzugsweise werden die Bremseneingriffe an wenigstens einem Rad durchgeführt, und/oder wird für den Fall, daß gemäß der Kippgröße keine Kipptendenz vorliegt eine zweite Strategie zur Stabilisierung des Fahrzeuges durchgeführt, vorzugsweise wird die Kippgröße wenigstens in Ab-

hängigkeit einer das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibenden Größe ermittelt.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Ermittlung der Kippgröße verwendete Größe, die das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibt, eine quantitative Größe ist, die wenigstens von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängt, vorzugsweise handelt es sich bei der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe um eine den Radschlupf und/oder eine die Raddrehzahl und/oder eine die Radverzögerung oder die Radbeschleunigung des entsprechenden Rades beschreibende Größe, und/oder

daß die zur Ermittlung der Kippgröße verwendete Größe, die das Radverhalten wenigstens eines Rades beschreibt, eine Größe ist, die anzeigt, ob ein Schlupfregler, insbesondere ein Bremsschlupfregler, einen Eingriff zur Stabilisierung wenigstens eines Rades durchführt und/oder durchgeführt hat.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,

daß wenigstens in Abhängigkeit einer die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe, an wenigstens einem Rad kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden, daß während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die das Radverhalten des wenigstens einen Rades quantitativ beschreibende Größe und/oder die einen Eingriff des Schlupfreglers anzeigende Größe ermittelt wird,

insbesondere wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt, wobei eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt, wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung größer als ein entsprechender Schwellenwert ist und/oder wenn die den Eingriff des Schlupfreglers anzeigende Größe vorhanden ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,

daß als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine Größe ermittelt wird, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibt, insbesondere wird diese Größe wenigstens in Abhängigkeit einer die Raddrehzahl des entsprechenden Rades beschreibenden Größe, einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe, einer die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibenden Größe und einer die Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden Größe ermittelt,

wobei eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt, wenn die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibende Größe größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.

15. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges im Sinne einer Umkipppvermeidung, insbesondere zur Vermeidung des Umkippens eines Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeug-

achse,  
 die erste Mittel enthält, mit denen eine das Radverhalten  
 wenigstens eines Rades beschreibende Größe er-  
 mittelt wird, die zweite Mittel enthält, mit denen eine  
 Größe ermittelt wird, die beschreibt, ob für das Fahr- 5  
 zeug eine Kipptendenz, insbesondere eine Kipptendenz  
 um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte  
 Fahrzeugachse, vorliegt, wobei diese Kippgröße we-  
 nigstens in Abhängigkeit der mit den ersten Mitteln er-  
 mittelten Größe ermittelt wird, 10  
 die dritte Mittel enthält, mit denen in Abhängigkeit der  
 mit den zweiten Mitteln ermittelten Größe eine Strategie  
 zur Stabilisierung des Fahrzeuges aus wenigstens  
 zwei unterschiedlichen Strategien ausgewählt wird,  
 wobei in den Strategien zur Stabilisierung des Fahrzeu- 15  
 ges jeweils wenigstens eine Art von Eingriffen zur Sta-  
 bilisierung des Fahrzeuges durchgeführt wird.  
 16. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges  
 im Sinne einer Umkipppvermeidung, insbesondere zur  
 Vermeidung des Umkippens eines Fahrzeuges um eine 20  
 in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeug-  
 achse,  
 die erste Mittel enthält, mit denen eine die Querdyna-  
 mik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt  
 wird, 25  
 die zweite Mittel enthält, mit denen eine Größe ermit-  
 telt wird, die die momentanen, insbesondere die in der  
 jeweiligen Fahrsituation vorliegenden, Reibverhält-  
 nisse beschreibt,  
 die dritte Mittel enthält, mit denen wenigstens ein cha- 30  
 rakteristischer Wert, insbesondere ein Schwellenwert,  
 für die die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende  
 Größe ermittelt wird, wobei dieser charakteristische  
 Wert wenigstens in Abhängigkeit der mit den zweiten  
 Mitteln ermittelten Größe ermittelt wird, 35  
 die vierte Mittel enthält, mit denen wenigstens in Ab-  
 hängigkeit der mit den ersten Mitteln ermittelten Größe  
 und dem mit den dritten Mitteln ermittelten Wert we-  
 nigstens ein Vergleich durchgeführt wird, wobei die zur  
 Stabilisierung des Fahrzeuges verwendete Strategie 40  
 wenigstens in Abhängigkeit dieses wenigstens einen  
 Vergleichs aus wenigstens zwei unterschiedlichen Stra-  
 tegien zur Stabilisierung des Fahrzeuges ausgewählt  
 wird. 45

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

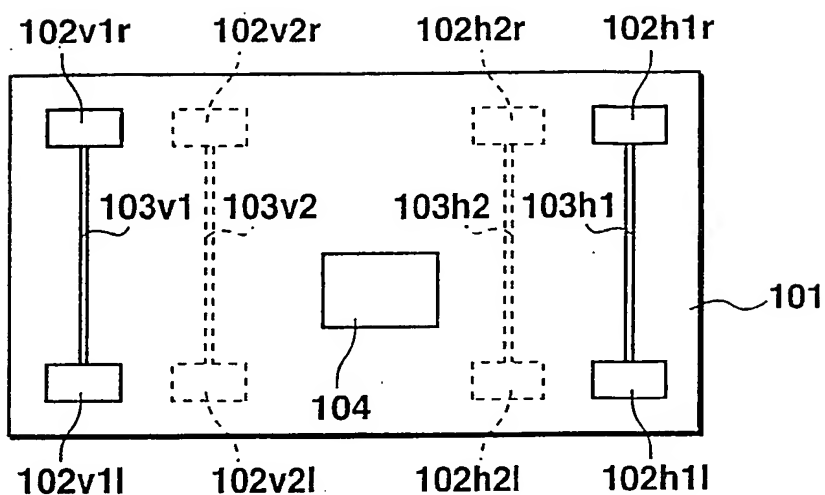
50

55

60

65

**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

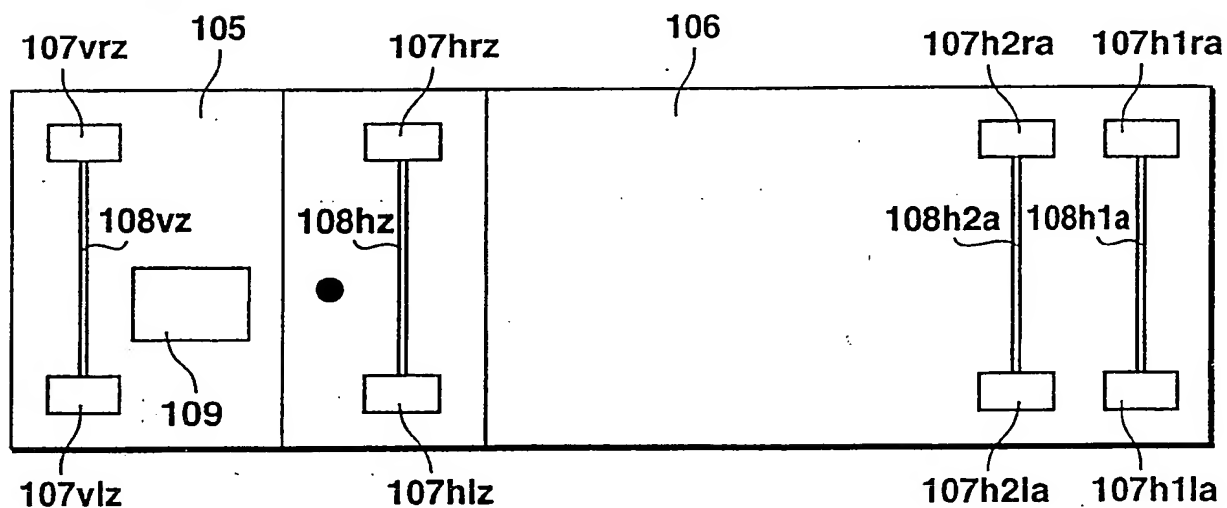
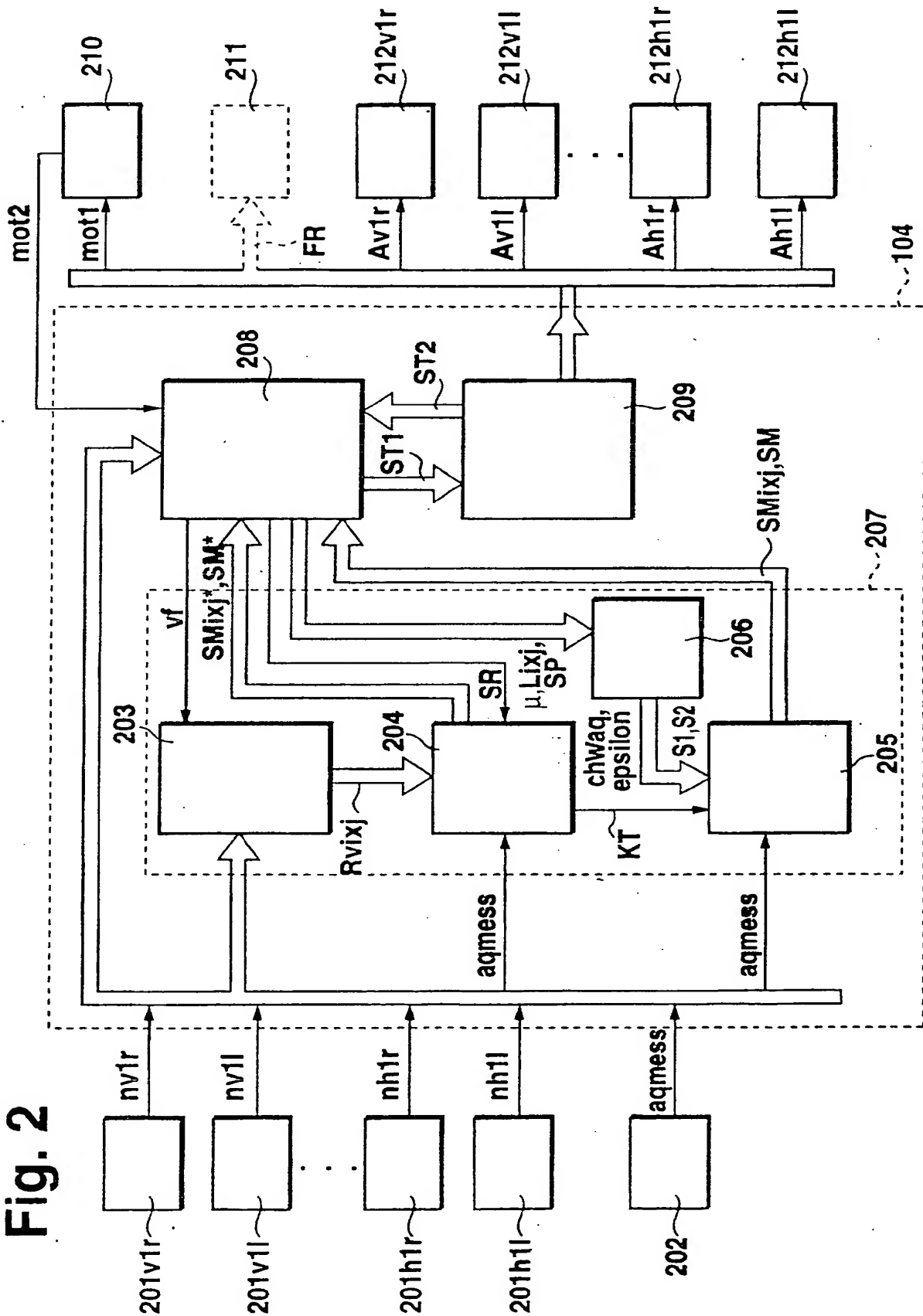
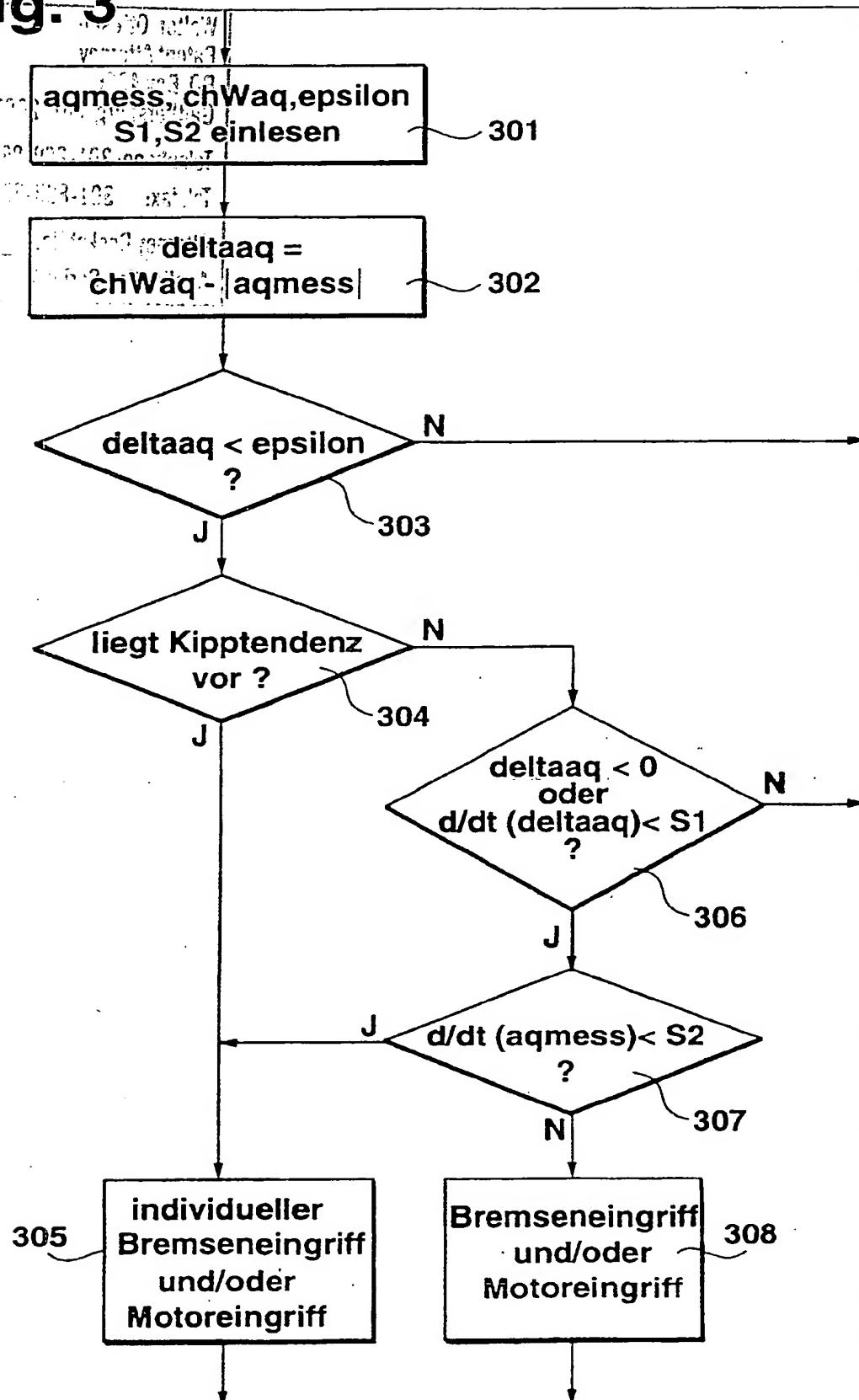


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**